

10/734261 (7)  
2881

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-110345

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H01J 37/153

(21)Application number : 11-292119

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 14.10.1999

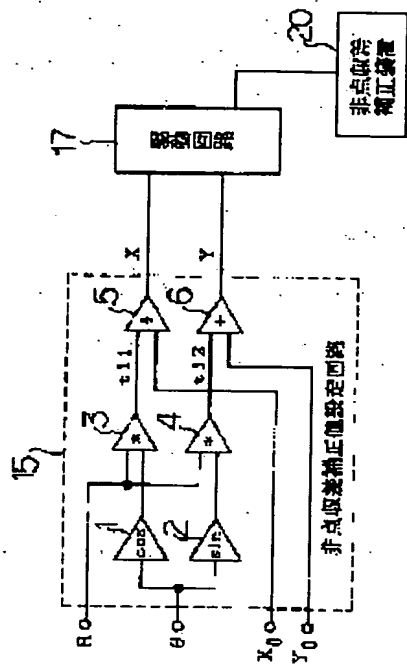
(72)Inventor : WATADA ATSUYUKI

## (54) ASTIGMATISM CORRECTION METHOD FOR ELECTRON MICROSCOPE AND ITS DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide astigmatism correction device of electron microscope that can exactly correct astigmatism in electron microscope within a short time without demand for operator's experience and dexterity.

**SOLUTION:** Radial signal R and a plurality of angular signals  $\theta$  are entered at the reference value (X0, Y0) in a polar coordinate selection/correction circuit 15, display images 11b1 to 11b8 for each angular signal at corrected coordinates are displayed with an astigmatism correction device 20 according to instructions of a control circuit 17, astigmatism correction is exactly conducted by selecting a displayed image of astigmatism satisfiable with visual decision and finely adjusting at least either radius or angle as occasion calls, or high-quality astigmatism correction is conducted with readjustment using selected and specified value (R,  $\theta$ ) as the reference, and high-quality astigmatism correction at a middle position of adjacent display images of astigmatism correction to a similar extent is conducted in intuitive correspondence to the displayed image by a simple operation directed with the angular coordinate.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-110345  
(P2001-110345A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	FI	キーワード(参考)
H01J 37/153		H01J 37/153	A 5C033 B

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21) 出願番号 特願平11-292119  
(22) 出願日 平成11年10月14日 (1999.10.14)

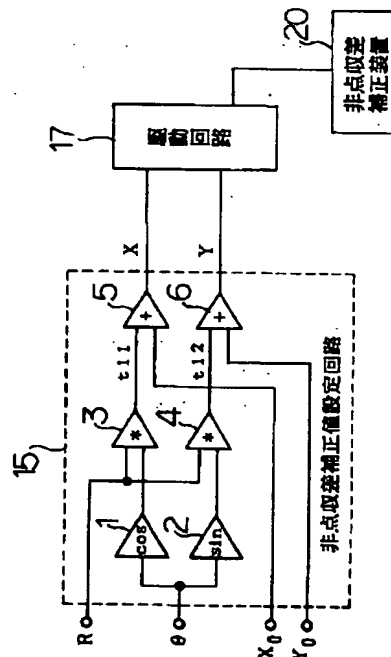
(71) 出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(72) 発明者 和多田 篤行  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
会社リコー内  
Fターム(参考) 5C033 HH01 JJ01

(54) 【発明の名称】 電子顕微鏡の非点収差補正方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 オペレータが、経験と熟練を要求されずに、電子顕微鏡の非点収差の補正を短時間で適確に行える電子顕微鏡の非点収差補正装置を提供する。

【解決手段】 極座標値選択補正回路15に、基準値(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)で半径信号Rと複数の角度信号θを入力し、制御回路17の指令で、非点収差補正装置20により、各角度信号θの補正座標位置の表示画像11b1~11b8がディスプレイに表示され、表示画像の視覚判定で満足できる非点収差の表示画像を選択し、必要に応じて半径と角度の少なくとも一方を微調整して非点収差補正が適確に行われ、又は選択指定した値(R、θ)を基準とする再調整で、より高品質の非点収差補正が行われ、同程度の非点収差補正の隣接表示画像の中間位置の高品質の非点収差補正が、角度座標の指定の簡単な操作で、表示画像に直感的に対応付けて行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正方法であり、

基準値(Xo、Yo)を中心として、値(R、θ)に対して、収差補正值(X、Y)を、

$$X = Xo + R \cos \theta$$

$$Y = Yo + R \sin \theta$$

となるように設定し、値(R、θ)を変化させながら、基準値(Xo、Yo)との組み合わせで調整することにより、非点収差の補正を行うことを特徴とする電子顕微鏡の非点収差補正方法。

【請求項2】 電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正装置であり、

基準値(Xo、Yo)を設定し、値(R、θ)を変化させることにより、

$$X = Xo + R \cos \theta$$

$$Y = Yo + R \sin \theta$$

となるように、複数の収差補正值(X、Y)を補正設定する収差補正值設定手段を有することを特徴とする電子顕微鏡の非点収差補正装置。

【請求項3】 請求項2記載の非点収差補正装置において、

値(R、θ)を変化させる際に、値θを一定周期で自動的に変化させる機能を備えていることを特徴とする電子顕微鏡の非点収差補正装置。

【請求項4】 電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正装置であり、

基準値(Xo、Yo)に対して、X軸及びY軸方向に補正值を変化させることにより、複数の収差補正值(X、Y)を補正設定する収差補正值設定手段と、

前記収差補正值設定手段により設定された複数の収差補正值(X、Y)位置の複数の観察画像をモニタ上に同時に表示する画像表示手段とを有することを特徴とする電子顕微鏡の非点収差補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正方法と、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸上で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正装置とに関する。

【0002】

【従来の技術】電子顕微鏡の対物レンズに非点収差(軸非対称収差)が存在すると、観察像の鮮鋭度が失われて装置の性能が低下するので、装置の空間分解能を高めて性能を向上させるために、電子顕微鏡の光軸に垂直な面

上で互いに直交するX軸、Y軸上で非点収差を補正することが行われている。この電子顕微鏡の非点収差の補正を自動的に行うことも提案されているが、自動的な補正では満足する結果が得られないのが現状で、実際には、オペレータが視覚によって満足する観察像が得られるように、電子顕微鏡の非点収差の補正は、オペレータが手動操作によって行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述のように電子顕微鏡の非点収差の補正は、オペレータが手動操作によって行っているが、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸上での非点収差を補正するには、X軸方向とY軸方向との補正調整をそれぞれ独立に繰り返して行い、最終的にオペレータが視覚的に満足する観察像が得られるまで、X軸方向とY軸方向との補正調整を繰り返す必要がある。この補正調整には、オペレータの経験と熟練とが要求され、経験の少ないオペレータにとって、電子顕微鏡の非点収差の補正は、多大の調整時間を要するものであった。

【0004】本発明は、前述したような電子顕微鏡の非点収差の補正の現状に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、オペレータが、経験と熟練を要求されずに、電子顕微鏡の非点収差の補正を、短時間で適確に行うことが可能な電子顕微鏡の非点収差補正方法を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、オペレータが、経験と熟練を要求されずに、電子顕微鏡の非点収差の補正を、短時間で適確に行うことが可能な電子顕微鏡の非点収差補正装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記第1の目的を達成するために、請求項1記載の発明は、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正方法であり、基準値(Xo、Yo)を中心として値(R、θ)に対し、収差補正值(X、Y)を、 $X = Xo + R \cos \theta$ 、 $Y = Yo + R \sin \theta$ となるように設定し、値(R、θ)を変化させながら、基準値(Xo、Yo)との組み合わせで調整することにより、非点収差の補正を行うことを特徴とするものである。

【0006】前記第2の目的を達成するために、請求項2記載の発明は、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正装置であり、基準値(Xo、Yo)を設定し、値(R、θ)を変化させることにより、 $X = Xo + R \cos \theta$ 、 $Y = Yo + R \sin \theta$ となるように複数の収差補正值(X、Y)を補正設定する収差補正值設定手段を有することを特徴とするものである。

【0007】同様に前記第2の目的を達成するために、請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、値(R、θ)を変化させる際に、値θを一定周期で自動

的に変化させる機能を備えていることを特徴とするものである。

【0008】同様に前記第2の目的を達成するために、請求項4記載の発明は、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸方向で非点収差を補正する電子顕微鏡の非点収差補正装置であり、基準値(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)に対して、X軸及びY軸方向に補正値を変化させることにより、複数の収差補正値(X、Y)を補正設定する収差補正値設定手段と、該収差補正値設定手段により設定された複数の収差補正値(X、Y)位置の複数の観察画像をモニタ上に同時に表示する画像表示手段とを有することを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を、電子顕微鏡の非点収差補正装置に係る実施の形態に基づいて説明する。ここで、電子顕微鏡には、透過電子顕微鏡(TEM)、走査型電子顕微鏡(SEM)などの各種の電子顕微鏡が使用され、さらに、本発明は、電子線プローブ微小部分分析装置(EPMA)、オージェ電子分光分析装置(AES)、集束イオンビーム加工装置(FIB)などにも適用することができる。

【0010】[第1の実施の形態]本発明の第1の実施の形態を、図1及び図2を参照して説明する。図1は本実施の形態の要部の構成を示すブロック図、図2は図1に示す非点収差補正装置を説明する概略図である。

【0011】本実施の形態では、図1に示すように、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で、互いに直交するX軸、Y軸方向での非点収差補正の基準値としてのX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>を設定入力する機構と、前記基準値を中心にR、θの値を設定して、一定の値だけずらして非点収差補正値を変動させる機構とを備えた非点収差補正値設定回路15が設けられている。そして、この非点収差補正値設定回路15は、駆動回路17に接続されている。また、この駆動回路17の出力端子には、非点収差補正値に基づいて非点収差の補正を行う非点収差補正装置20とが接続されている。そして、この非点収差補正装置20は、図2に示されるような構成をなしている。

【0012】非点収差補正値設定回路15には、角度信号θが入力される余弦演算器1と正弦演算器2とが設けられている。また、 $\cos\theta$ を演算する余弦演算器1の出力端子は、乗算器3の一方の入力端子に、 $\sin\theta$ を演算する正弦演算器2の出力端子は、乗算器4の一方の入力端子にそれぞれ接続されており、乗算器3の他方の入力端子と乗算器4の他方の入力端子には、半径信号Rが入力されるように構成されている。また、 $R\cos\theta$ を演算する乗算器3の出力端子が加算器5の一方の入力端子に、及び $R\sin\theta$ を演算する乗算器4の出力端子が加算器6の一方の入力端子にそれぞれ接続されており、加算器5の他方の入力端子には基準座標信号X<sub>0</sub>が、加算器6の他方の入力端子には基準座標信号Y<sub>0</sub>

が、それぞれ入力され、加算器5の出力端子からは補正された非点収差補正値Xが、加算器6の出力端子からは補正された非点収差補正値Yが出力されるように構成されている。また、 $R\cos\theta$ を演算する乗算器3及び $R\sin\theta$ を演算する乗算器4の出力端子と、加算器5、6の入力端子との間には、非点収差補正値に $R\cos\theta$ 、 $R\sin\theta$ を上乗せするか否かを選択する切換スイッチ(図示せず)がそれぞれ接続されている。尚、これらの非点収差補正値の計算はコンピュータによって代用することもできる。

【0013】実際の調整手順としては、

- ① 適当なX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>の値を設定する。(通常は最初のX、Yの値をX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>とする)。
- ② 適当なRの値を設定する。
- ③ θを360°以上変化させ、最適なθを選ぶ。(このとき、Rの値が不適當で最適なθがわかりにくいときには、Rの値を設定し直して繰り返す。)
- ④ Rを変化させて最適な条件を探す。  
<更に、微調整をするときには、>
- ⑤ このときのX、Yの値をX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>の値を設定して、②~④を行う。
- ⑥ 顕微鏡の倍率を上げながら上記操作を繰り返すを行う。

【0014】[第2の実施の形態]本発明の第2の実施の形態を、図3を参照して説明する。図3は本発明の第2の実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【0015】本実施の形態では、図3に示すように、すでに図1を参照して説明した第1の実施の形態に対して、余弦演算器1と正弦演算器2の前段に角度信号設定器7が設けられ、この角度信号設定器7には、周波数値fが入力され、角度信号設定器7からは、余弦演算器1と正弦演算器2とに、周期的に、角度信号θが自動的に入力するように構成されている。本実施の構成のその他の部分の構成は、すでに図1を参照して説明した第1の実施の形態と同一なので、重複する説明は行わない。

【0016】本実施の形態では、角度信号設定器7から、自動的に所定の角度間隔で角度信号θが余弦演算器1と正弦演算器2とに入力されて、すでに第1の実施の形態で説明した非点収差補正動作が行われる。

【0017】実際の調整手順としては、

- ① 適当なRとθの値を設定する。
- ② 画像を見ながら非点収差が対象にずれるようにX<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>の値を調整する。(このとき、Rの値が不適當で非点収差がわかりにくいときには、Rの値を設定し直して繰り返す。)
- <更に、微調整をするときには、>
- ③ 顕微鏡の倍率を上げ、Rの値を小さくしながら上記操作を繰り返す。を行う。

【0018】次に、上記第1及び第2の実施の形態による電子顕微鏡の非点収差補正動作を図4~図6を参照し

て説明する。ここで、図4は第1及び第2の実施の形態の極座標選択モードでの動作を示す説明図、図5は第1及び第2の実施の形態の第1の画像表示動作を示す説明図、図6は第1及び第2の実施の形態の第2の画像表示動作を示す説明図である。

【0019】複数の非点収差補正の値(X、Y)に対して、それぞれの設定での観察画像を同時に表示させて、調整を行うようにする。

〈使用例1〉複数の画像から最適なものを選択して、その値を非点収差補正值として決定する。

〈使用例2〉複数の非点収差補正の値(X、Y)に対して、表示画面上の座標にそれぞれの設定での観察画像を同時に表示させて、ポインタデバイスにより表示画面上の座標を選択することにより、その座標に対応した

(X、Y)の値を非点収差補正值とする。例えば、Aの設定とBの設定の中間が最適と思われる場合には、Aの設定での観察画像が表示されている位置と、Bの設定での観察画像が表示されている位置をポインタデバイスにより選択することにより、Aの設定とBの設定の中間の設定値が選択される。

【0020】〈直角座標選択モード〉直角座標選択モードは、通常の直交する非点収差補正の値(X、Y)を変動させて調整を行う。適当と思われる基準非点収差補正值(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)を設定して、非点収差の判定を行い易い観察視野を選択する。次いで、駆動回路17に、一定の間隔で設定された複数の非点収差補正值(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>)、(X<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub>)、(X<sub>1</sub>、Y<sub>3</sub>)、(X<sub>2</sub>、Y<sub>1</sub>)、(X<sub>2</sub>、Y<sub>2</sub>)、(X<sub>2</sub>、Y<sub>3</sub>)、(X<sub>3</sub>、Y<sub>1</sub>)、(X<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>)、(X<sub>3</sub>、Y<sub>3</sub>)を入力する。この場合、例えば、X<sub>1</sub>=X<sub>0</sub>-ΔX、X<sub>2</sub>=X<sub>0</sub>、X<sub>3</sub>=X<sub>0</sub>+ΔX、Y<sub>1</sub>=Y<sub>0</sub>+ΔY、Y<sub>2</sub>=Y<sub>0</sub>、Y<sub>3</sub>=Y<sub>0</sub>-ΔYと設定される。

【0021】この入力操作によって、駆動回路17に人力され、駆動回路17の制御によって、非点収差補正装置20が作動して、各補正座標信号に対応する座標位置の非点収差に基づき、図5に示すように、補正された各座標位置において観察される表示画像11a11~11a33がディスプレイに表示される。

【0022】そこで、オペレータは、ディスプレイに表示される表示画像11a11~11a33を視覚判定することにより、十分に小さく満足できる非点収差が得られた表示画像が選択できた場合には、選択した表示画像を、キーボードやポインティングデバイスにより指定して、対応する補正座標位置を最終非点収差設定位置として電子顕微鏡による試料の観察を行う。

【0023】また、図5に示す表示画像11a11~11a33の対比判定により、選択指定した補正座標(X、Y)を基準にして、再調整を行いたい時には、その補正座標(X、Y)を基準座標(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)に設定し、前述したようにして再度調整を行うことにより、よ

り高品質の非点収差補正が行われる。さらに、隣接する表示画像が同程度に非点収差補正されている場合、例えば、図5において、座標(X<sub>1</sub>、Y<sub>1</sub>)の表示画像11a11と、座標(X<sub>2</sub>、Y<sub>1</sub>)の表示画像11a21とが、同一程度に非点収差補正されている場合には、ポインティングデバイスで、表示画像11a11と表示画像11a21との中間位置を指定する。このように指定すると、非点収差補正の補正座標(X、Y)は、 $X = (X_1 + X_2) / 2$ 、 $Y = Y_1$ に設定され、より高品質の非点収差補正が行われる。この場合、補正座標値 $X = (X_1 + X_2) / 2$ 、 $Y = Y_1$ を中心にさらに再調整を行うこともできる。

【0024】このように、直角座標選択モードによる非点収差補正では、駆動回路17に、基準非点収差補正值X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>に対して、一定の間隔で設定された複数組の補正座標に対応する非点収差補正值X、Yを入力することにより、駆動回路17の指令によって非点収差補正装置20が作動して、各座標信号に対応して補正された座標位置における表示画像11a11~11a33がディスプレイに表示される。

【0025】このために、オペレータは、ディスプレイに表示される表示画像11a11~11a33の視覚判定により、満足できる非点収差が得られた表示画像をキーボードやポインティングデバイスにより選択することにより、簡単に非点収差補正を適確に行い、或いは選択指定した補正座標(X、Y)を基準にした再調整を行うことによって、より高品質の非点収差補正を行い、さらに、隣接する表示画像が、同程度に非点収差補正されている場合は、対応する2個の表示画像の中間位置を指定し、両者の中間位置のより高品質の非点収差補正を行うことが可能になる。また、試料に対する電子線或いはイオンビームの照射が、複数の表示画像の取込動作時のみに行うことが可能になるので、特に集束イオンビーム加工装置(FIB)に適用し、試料を研削しながら観察を行う場合には、試料の変質を少なくすることが可能になる。

【0026】〈極座標選択モード〉極座標選択モードは、請求項2と請求項4を組み合わせたもので、非点収差補正值設定回路15により補正された補正值に基づいて非点収差の補正を行う場合である。この状態で、非点収差補正值設定回路15に、図4に示す基準非点収差補正值(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)を入力して、非点収差の判定を行い易い観察視野を選択し、値Rと、所定の値θとを入力すると、それぞれ余弦演算器1でcosθが、正弦演算器2でsinθが演算され、乗算器3でRcosθが、乗算器4でRsinθが演算される。そして、加算器5ではX<sub>0</sub>+Rcosθが、加算器6ではY<sub>0</sub>+sinθが演算され、加算器5からは、X軸上でX=X<sub>0</sub>+Rcosθ位置に対応する非点収差補正值Xが、加算器6からは、Y軸上でY=Y<sub>0</sub>+Rsinθ位置に対応する非点

収差補正值Yが出力される。

【0027】この非点収差補正值X、Yは、図4に示すように、角度信号 $\theta$ を変化させると基準座標( $X_0$ 、 $Y_0$ )を中心として、設定された半径Rの円上に設定される。この場合には、例えば、 $\theta 1 = 0^\circ$ 、 $\theta 2 = 45^\circ$ 、 $\theta 3 = 90^\circ$ 、 $\theta 4 = 135^\circ$ 、 $\theta 5 = 180^\circ$ 、 $\theta 6 = 225^\circ$ 、 $\theta 7 = 270^\circ$ 、 $\theta 8 = 315^\circ$ と角度座標が設定される。

【0028】駆動回路17には非点収差補正值設定回路15から、複数組の値(R、 $\theta$ )に対応する非点収差補正值X、Yが入力され、駆動回路17によって駆動される非点収差補正装置20により、各補正值に基づく非点収差補正が行われ、各非点収差補正に対応する表示画像11b1~11b8が、図6に示すようにディスプレイに表示される。

【0029】そこで、オペレータは、ディスプレイに表示される表示画像11b1~11b8を視覚判定することにより、十分に小さく満足できる非点収差が得られた表示画像が選択できた場合には、選択した表示画像を、キーボードやポインティングデバイスにより指定して、対応する補正座標値を最終非点収差設定位置として電子顕微鏡による試料の観察を行う。

【0030】また、図6に示す表示画像11b1~11b8の対比判定により、選択指定した非点収差補正值(X、Y)の位置を基準にして、再調整を行いたい時には、非点収差補正值(X、Y)を新たな基準非点収差補正值( $X_0$ 、 $Y_0$ )に設定して、前述したようにして非点収差の再調整を行うことにより、より高品質の非点収差補正が行われる。

【0031】さらに、選択指定した非点収差補正值(X、Y)において、微調整を行うことにより、より高品質の非点収差の補正を行おうとする場合には、値Rと値 $\theta$ の少なくとも一方を僅かに変化させて、より高品質の非点収差の補正が行われる。

【0032】そして、隣接する表示画像が同程度に非点収差補正されている場合、例えば、図6において、座標(R、 $\theta 1$ )の表示画像11b1と、座標(R、 $\theta 2$ )の表示画像11b2とが、同一程度に非点収差補正されている場合には、ポインティングデバイスによって、表示画像11b1と表示画像11b2との中間位置を指定する。このように指定すると、非点収差補正の補正座標(R、 $\theta$ )は、 $R = R$ 、 $\theta = (\theta 2 - \theta 1) / 2$ に設定され、より高品質の非点収差補正が行われる。この場合、補正座標{R、 $(\theta 2 - \theta 1) / 2$ }を中心さらに再調整を行うこともできる。

【0033】このように、極座標選択モードによる非点収差補正では、非点収差補正值設定回路15に、基準非点収差補正值 $X_0$ 、 $Y_0$ に対して、所定の値Rと所定間隔で複数の値 $\theta$ を入力することにより、駆動回路17の指令によって非点収差補正装置20が作動して、各値 $\theta$

に対応して補正された座標位置における表示画像11b1~11b8がディスプレイに表示される。

【0034】このために、オペレータは、ディスプレイに表示される表示画像11b1~11b8の視覚判定により、満足できる非点収差が得られた表示画像をキーボードやポインティングデバイスにより選択し、必要に応じて、値Rと値 $\theta$ の少なくとも一方を微調整することにより、簡単に非点収差補正を適確に行い、或いは選択指定した非点収差補正值(X、Y)を基準にした再調整を行うことにより、より高品質の非点収差補正を行い、さらに、隣接する表示画像が、同程度に非点収差補正されている場合には、対応する2個の表示画像の中間位置を指定し、両者の中間の非点収差補正值においてより高品質の非点収差補正を行うことが可能になる。

【0035】この極座標選択モードによる非点収差補正では、所定の値Rを設定すると、非点収差補正を行う座標(X、Y)が一義的に設定されるので、直角座標選択モードよりも操作が簡単になり、オペレータは操作に対応して直感的に表示画像を把握することが可能になる。また、直角座標選択モードの場合と同様に、試料に対する電子線或いはイオンビームの照射が、複数の表示画像の取込動作時のみに行うことが可能になるので、特に集束イオンビーム加工装置(FIB)に適用し、試料を研削しながら観察を行う場合には、試料の変質を少なくすることが可能になる。

【0036】また、以上のような第1及び第2の実施の形態で得られる共通の効果に加え、第2の実施の形態においては、角度信号設定器7から、自動的に所定の角度間隔で角度信号 $\theta$ が余弦演算器1と正弦演算器2に入力されるので、第1の実施の形態の場合よりもオペレータの操作上の負担をさらに低減させることが可能になる。

【0037】なお、以上に説明した第1及び第2の実施の形態において、走査型電子顕微鏡、集束イオンビーム加工装置、電子線プローブ微小部分分析装置、及びオージェ電子分光分析装置に適用する場合は、内蔵の画像走査撮影機構と画像メモリ機構をそのまま使用することができるが、透過電子顕微鏡に適用する場合には、画像撮影を行うCCDカメラや、画像メモリのためのパソコンなどを併用する必要がある。

【0038】

【発明の効果】請求項1記載の発明によると、基準非点収差補正值( $X_0$ 、 $Y_0$ )を中心として、値(R、 $\theta$ )に対して、非点収差補正值(X、Y)が、 $X = X_0 + R \cos \theta$ 、 $Y = Y_0 + R \sin \theta$ となるように設定し、値(R、 $\theta$ )を変化させながら基準値( $X_0$ 、 $Y_0$ )との組み合わせで調整することにより、電子顕微鏡の光軸に垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸上で非点収差が補正されるので、最適の非点収差補正值の判定が一義的且つ直感的に容易に行われ、オペレータは操作上の熟

線なしに迅速に電子顕微鏡の非点収差を適確に行うことが可能になる。

【0039】請求項2記載の発明によると、収差補正值設定手段によって、基準値(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)を設定し値(R、θ)を変化させて、非点収差補正值(X、Y)が、 $X=X_0+R\cos\theta$ 、 $Y=Y_0+R\sin\theta$ となるように設定され、画像表示手段によって、非点収差補正值設定手段で設定された複数の座標位置での観察画像がモニタ上に表示され、オペレータによる複数の観察画像の視覚判定に基づき、最適の非点収差補正值が選択されて、電子顕微鏡の光軸と垂直な面上で互いに直交するX軸、Y軸上で非点収差が補正されるので、補正設定される非点収差補正值X、Yと、モニタに表示される複数の座標位置の観察画像とから、オペレータは、非点収差補正值の直感的で簡単な設定と、最適の非点収差補正值の視覚対比による適確な判定とにより、操作上の熟練なしに迅速に電子顕微鏡の非点収差を適確に行うことが可能になる。

【0040】請求項3記載の発明によると、請求項2記載の発明で得られる効果に加えて、値θを一定周期で自動的に変化させる機能を備えているので、オペレータの操作上の負担をさらに低減することが可能になる。

【0041】請求項4記載の発明によると、基準非点収差補正值(X<sub>0</sub>、Y<sub>0</sub>)に対して、非点収差補正值設定手段によって、X軸及びY軸方向に非点収差補正值が補正されて複数の非点収差補正值(X、Y)が補正設定され、画像表示手段によって、非点収差補正值設定手段により補正設定された複数の座標値(X、Y)位置の複数の観察画像がモニタ上に表示され、オペレータによる複数の観察画像の視覚判定に基づき、最適の非点収差補正値が選択されて、電子顕微鏡の光軸と垂直な面上で互いに\*

\*に直交するX軸、Y軸上で非点収差が補正されるので、モニタに表示される複数の座標位置の観察画像から、オペレータは、最適の非点収差補正值の視覚対比による適確な判定により、操作上の熟練なしに迅速に電子顕微鏡の非点収差を適確に行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す非点収差補正装置を説明する概略図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の要部の構成を示すブロック図である。

【図4】第1及び第2の実施の形態の極座標選択モードでの動作を示す説明図である。

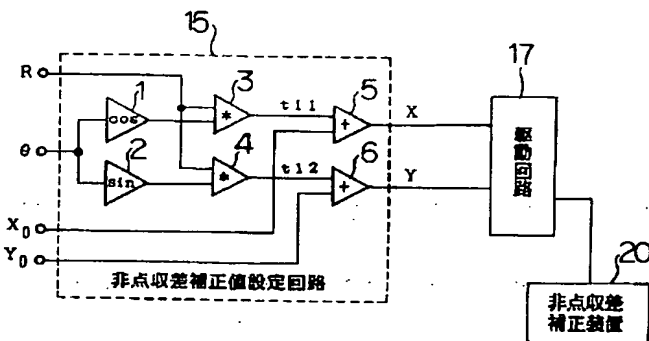
【図5】第1及び第2の実施の形態の第1の画像表示動作を示す説明図である。

【図6】第1及び第2の実施の形態の第2の画像表示動作を示す説明図である。

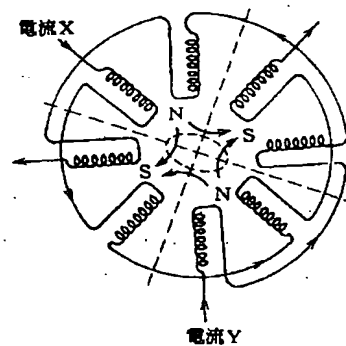
【符号の説明】

- 1 余弦演算器
- 2 正弦演算器
- 3、4 乗算器
- 5、6 加算器
- 7 角度信号設定器
- 11a1~11a33、11b1~11b8 表示画像
- 15 非点収差補正值設定回路
- 16 直角座標値選択補正回路
- 17 駆動回路
- 20 非点収差補正装置

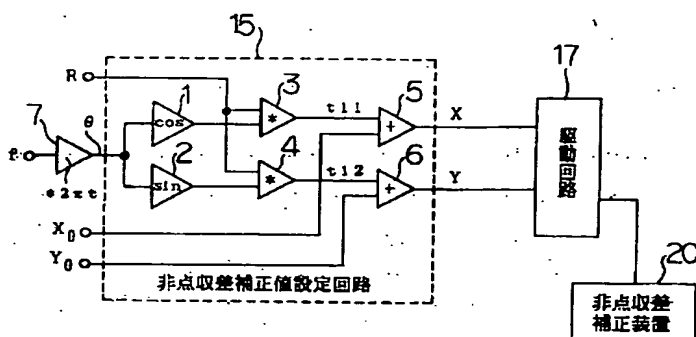
【図1】



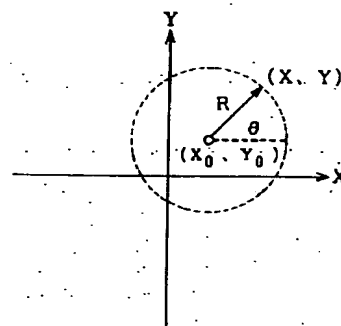
【図2】



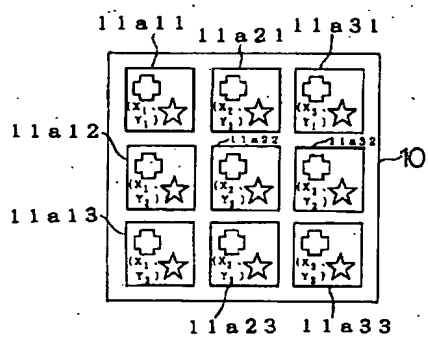
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

